

Schulte, Jonas; Keil, Reinhard; Rybka, Johann; Ferber, Ferdinand; Mahnken, Rolf  
**Modularisierung von Laborkomponenten zur besseren Integration von  
Forschung und Lehre im Ingenieurbereich**

Mandel, Schewa [Hrsg.]; Rutishauser, Manuel [Hrsg.]; Seiler Schiedt, Eva [Hrsg.]: *Digitale Medien für  
Lehre und Forschung. Münster ; New York ; München ; Berlin : Waxmann 2010, S. 275-286. - (Medien  
in der Wissenschaft; 55)*



Quellenangabe/ Reference:

Schulte, Jonas; Keil, Reinhard; Rybka, Johann; Ferber, Ferdinand; Mahnken, Rolf: Modularisierung von  
Laborkomponenten zur besseren Integration von Forschung und Lehre im Ingenieurbereich - In: Mandel,  
Schewa [Hrsg.]; Rutishauser, Manuel [Hrsg.]; Seiler Schiedt, Eva [Hrsg.]: *Digitale Medien für Lehre  
und Forschung. Münster ; New York ; München ; Berlin : Waxmann 2010, S. 275-286 - URN:  
urn:nbn:de:0111-pedocs-174155 - DOI: 10.25656/01:17415*

<https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0111-pedocs-174155>

<https://doi.org/10.25656/01:17415>

in Kooperation mit / in cooperation with:



**WAXMANN**  
[www.waxmann.com](http://www.waxmann.com)

<http://www.waxmann.com>

**Nutzungsbedingungen**

Gewährt wird ein nicht exklusives, nicht übertragbares, persönliches und  
beschränktes Recht auf Nutzung dieses Dokuments. Dieses Dokument ist  
ausschließlich für den persönlichen, nicht-kommerziellen Gebrauch  
bestimmt. Die Nutzung stellt keine Übertragung des Eigentumsrechts an  
diesem Dokument dar und gilt vorbehaltlich der folgenden Einschränkungen:  
Auf sämtlichen Kopien dieses Dokuments müssen alle  
Urheberrechtshinweise und sonstigen Hinweise auf gesetzlichen Schutz  
beibehalten werden. Sie dürfen dieses Dokument nicht in irgendeiner Weise  
abändern, noch dürfen Sie dieses Dokument für öffentliche oder  
kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, aufführen,  
verbreiten oder anderweitig nutzen.  
Mit der Verwendung dieses Dokuments erkennen Sie die  
Nutzungsbedingungen an.

**Terms of use**

We grant a non-exclusive, non-transferable, individual and limited right to  
using this document.  
This document is solely intended for your personal, non-commercial use. Use  
of this document does not include any transfer of property rights and it is  
conditional to the following limitations: All of the copies of this documents must  
retain all copyright information and other information regarding legal  
protection. You are not allowed to alter this document in any way, to copy it for  
public or commercial purposes, to exhibit the document in public, to perform,  
distribute or otherwise use the document in public.

By using this particular document, you accept the above-stated conditions of  
use.

**Kontakt / Contact:**

peDOCS  
DIPF | Leibniz-Institut für Bildungsforschung und Bildungsinformation  
Informationszentrum (IZ) Bildung  
E-Mail: [pedocs@dipf.de](mailto:pedocs@dipf.de)  
Internet: [www.pedocs.de](http://www.pedocs.de)

Mitglied der

  
Leibniz-Gemeinschaft

# Medien in der Wissenschaft

**GMW**  
Gesellschaft  
für Medien in der  
Wissenschaft e.V.



Schewa Mandel, Manuel Rutishauser,  
Eva Seiler Schiedt (Hrsg.)

## Digitale Medien für Lehre und Forschung

WAXMANN

Schewa Mandel,  
Manuel Rutishauser,  
Eva Seiler Schiedt (Hrsg.)

# Digitale Medien für Lehre und Forschung



Waxmann 2010  
Münster / New York / München / Berlin

**Bibliografische Informationen der Deutschen Nationalbibliothek**

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

**Medien in der Wissenschaft; Band 55**

Gesellschaft für Medien in der Wissenschaft e.V.

ISBN 978-3-8309-2385-5

ISSN 1434-3436

© Waxmann Verlag GmbH, 2010

Postfach 8603, 48046 Münster

[www.waxmann.com](http://www.waxmann.com)

[info@waxmann.com](mailto:info@waxmann.com)

Umschlaggestaltung: Pleßmann Design, Ascheberg

Titelfoto: Liz Ammann, Grafik-Design

Satz: Stoddart Satz- und Layoutservice, Münster

Druck: Hubert & Co., Göttingen

Gedruckt auf alterungsbeständigem Papier,  
säurefrei gemäß ISO 9706

Alle Rechte vorbehalten

Printed in Germany

# Inhalt

<i>Schewa Mandel, Eva Seiler Schiedt</i> Editorial.....	11
--	----

## Keynotes

<i>Catherine Mongenet</i> Strategy to develop e-learning at the University of Strasbourg .....	17
<i>Markus Gross</i> Disney Research Zurich – Forschung für die Medien- und Unterhaltungsindustrie .....	19
<i>Rolf Schulmeister</i> Ein Bildungswesen im Umbruch.....	20

## Sessions

### Webbasierte Tools für Lehre und Forschung

<i>Martin Kriszat, Iavor Sturm, Jan Torge Claussen</i> Lecture2Go – von der Vorlesungsaufzeichnung ins World Wide Web.....	25
<i>Beat Döbeli Honegger</i> Literaturverwaltung 2.0 als Bindeglied zwischen Forschung und Lehre? .....	39
<i>Melanie Paschke, Pauline McNamara, Peter Frischknecht, Nina Buchmann</i> Die onlinebasierten Schreibplattformen „Wissenschaftliches Schreiben, WiSch“ (Bachelorlevel) und „Scientific Writing Practice, SkriPS“ (Masterlevel). Vermittlung wissenschaftlicher Schreibkompetenz in der Fachdisziplin .....	50

### E-Kompetenz in Curricula und Hochschulentwicklung

<i>Julia Sonnberger, Regina Bruder, Julia Reibold, Kristina Richter</i> Fachübergreifend zu erwerbende Kompetenzen in universitären E-Learning-Veranstaltungen .....	61
<i>Gottfried S. Csanyi</i> Das ILO-Wiki: Wiederverwendung und Weiterentwicklung von Lernergebnissen mittels Social Software .....	72

<i>Nicolas Apostolopoulos, Brigitte Grote, Harriet Hoffmann</i> E-Learning-Support-Einrichtungen: Auslaufmodelle oder integrative Antriebskräfte? .....	83
---	----

## **Vernetztes und forschendes Lernen**

<i>Andreas Bihrer, Mandy Schiefner, Peter Trempp</i> Forschendes Lernen und Medien. Ein Beispiel aus den Geschichtswissenschaften .....	95
---	----

<i>Wolfgang Kesselheim, Katrin Lindemann</i> Gemeinsam forschen lernen mit digitalen Medien: das Projekt „gi – Gesprächsanalyse interaktiv“ .....	106
---	-----

<i>Damian Miller</i> E-Portfolio als Medium zur Vernetzung von Lehre und Forschung .....	118
---	-----

## **E-Teaching für kollaboratives Online-Lernen**

<i>Gergely Rakoczi, Ilona Herbst</i> Wie viel Qualifikationen brauchen E-Tutorinnen und E-Tutoren an einer Technischen Universität und welchen Einfluss hat Videoconferencing auf die Motivation? .....	131
--	-----

<i>Cerstin Mahlow, Elisabeth Müller Fritschi, Esther Forrer Kasteel</i> Bologna als Chance: (E-)Portfolio im Studium der Sozialen Arbeit.....	144
---	-----

<i>Sabine Seufert, Reto Käser</i> Einsatz von Wikis als Kollaborationstool für die forschungsbasierte Lehre .....	159
---	-----

## **Motivation und Gestaltung von Blended Learning**

<i>Helge Fischer, Thomas Köhler</i> Entdecker versus Bewahrer: Herleitung eines Handlungsrahmens für die zielgruppenspezifische Gestaltung von Change- Management-Strategien bei der Einführung von E-Learning- Innovationen in Hochschulen .....	177
---	-----

<i>Peter Baumgartner</i> Von didaktischen Erfahrungen lernen – aber wie? Zur Systematik von Gestaltungsebenen bei Blended-Learning-Szenarien .....	188
--	-----

<i>Michaela Ramm, Svenja Wichelhaus, Stefan Altevogt</i> Hilfreicher Mehrwert oder lästige Pflicht? Wie Studierende ein Online-Medienportal als Portfolio- und Prüfungswerkzeug bewerten.....	199
--	-----

## **Kommunikation und Austausch mit digitalen Medien (Learning Café)**

*Nathalie Roth*

eduhub – Drehscheibe der Schweizer E-Learning-Community..... 211

*Gabi Reinmann, Silvia Sippel, Christian Spannagel*

Peer Review für Forschen und Lernen. Funktionen, Formen,  
Entwicklungschancen und die Rolle der digitalen Medien..... 218

*Thomas Sporer, Astrid Eichert, Stefanie Tornow-Godoy*

Interaktive Veranstaltungsformate und das Dialog-Prinzip.  
Offene Ansätze des Austauschs mit und über digitale Medien ..... 230

*Michael Tesar, Robert Pucher, Fritz Schmöllebeck,*

*Benedikt Salzbrunn, Romana Feichtinger*

Kollaboratives Forschen und Lernen mit dem  
Web 2.0 zur Senkung der Dropout-Rate ..... 241

## **Web-Tools als Basis wissenschaftlicher Arbeit**

*Nina Heinze, Patrick Bauer, Ute Hofmann, Julia Ehle*

Kollaboration und Kooperation mit Social Media in verteilten  
Forschungsnetzwerken..... 252

*Katja Derr, Reinhold Hübl*

Durchführung und Analyse von Online-Tests unter  
Verwendung einer E-Learning-Plattform.  
Technische und methodische Aspekte ..... 263

*Jonas Schulte, Reinhard Keil, Johann Rybka, Ferdinand Ferber,*

*Rolf Mahnken*

Modularisierung von Laborkomponenten zur besseren Integration  
von Forschung und Lehre im Ingenieurbereich ..... 275

## **Digitale Medien in der Curricula-Entwicklung**

*Christiane Metzger*

ZEITLast: Lehrzeit und Lernzeit.

Studierbarkeit von BA-/BSc-Studiengängen als Adaption von  
Lehrorganisation und Zeitmanagement unter Berücksichtigung  
von Fächerkultur und neuen Technologien ..... 287

*Carmen Leicht-Scholten, Heribert Nacken*

Mobilising Creativity. Das Zusammenspiel der Zukunftskonzepte

Forschung und Lehre an der RWTH Aachen..... 303

<i>Klaus Wannemacher</i> Die Etablierung des Online-Masterstudiums – der verdeckte Aufschwung der postgradualen Weiterbildung.....	317
--	-----

## **Interaktive Postersession**

<i>Isa Jahnke</i> „Manchmal möchte man eben etwas sagen ...“ – eine Studie über informelles Lernen unterstützt mit Online-Foren .....	327
---	-----

<i>Gabi Reinmann, Alexander Florian, Mandy Schiefner</i> Open Study Review. Forschen und Lernen bei der Recherche und Bewertung von empirischen Befunden .....	341
--	-----

<i>Sandra Laumen, Rainer Haack, Monika Eigenstetter, Mike Grimme, Simon Richrath</i> Schulungsoptimierung im Bereich Lern-Management-Systeme anhand von Usability-Untersuchungen.....	353
---	-----

## **Modelle des forschenden Lernens**

<i>Kerstin Mayrberger</i> Ein didaktisches Modell für partizipative E-Learning-Szenarien. Forschendes Lernen mit digitalen Medien gestalten.....	363
--	-----

<i>Anne Steinert, Ulf-Daniel Ehlers</i> Forschendes Lernen mit Netzwerken .....	376
--	-----

<i>Marc Seifert, Viktor Achter</i> SuGI – eine nachhaltige Infrastruktur zur Erstellung und Distribution digitaler Lerninhalte .....	388
--	-----

## **Öffentlichkeit und Rechtsfragen**

<i>Sandra Hofhues</i> Die Rolle von Öffentlichkeit im Lehr-Lernprozess .....	405
---	-----

<i>Kerstin Eleonora Kohl</i> Im Zweifel für die Lernchance? Freiwillige Plagiatskontrolle wissenschaftlicher Arbeiten .....	415
---	-----

<i>Martin Sebastian Haase</i> Learning-Website. Rechtliche Fallstricke bei der Online-Gestaltung .....	428
--	-----



## Ausstellung

<i>Franco Guscetti, Simone Geiger, Paula Grest</i> CYTOBASE und CYTOSCOPE: eine Einführung in die Zytologie für Studenten der Veterinärmedizin .....	435
<i>Andrea Fausel, Slavica Stevanović</i> Lernmodule im Hochschulalltag: die „Tübinger Mediävistik Lernmodule“ .....	437
<i>Antje Schatta, Frauke Kämmerer, Helmut M. Niegemann</i> Onlinebasierter Weiterbildungsstudiengang „Instruktionsdesign und Bildungstechnologie (IDeBiT)“ mit Master-Abschluss an der Universität Erfurt .....	439
<i>Lutz Pleines</i> Prüfungen <i>on demand</i> Ansätze zur Prozessoptimierung von Massenklausuren .....	441
<i>Ingeborg Zimmermann, Barbara Dändliker, Monika Puwein</i> Recherche-Portal der Universität Zürich – digitales Tor zu elektronischen Ressourcen .....	444
<i>Dirk Bauer, Brigitte Schmucki</i> Safe Exam Browser – die Browserapplikation zur sicheren Durchführung von Online-Prüfungen .....	446
<i>Nicole Wöhrle, Claude Gayer</i> Servicestelle E-Learning an der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg .....	447
<i>Thomas Moser, Dominik Petko, Kurt Reusser</i> unterrichtsvideos.ch: eine digitale Bibliothek für videobasierte Lehrerinnen- und Lehrerbildung.....	449
<i>Jonas Liepmann</i> Web 2.0 als Chance Übergänge zwischen Forschung und Lehre zu realisieren – die Plattform <i>iversity</i> .....	451

## Anhang

Gesellschaft für Medien in der Wissenschaft (GMW).....	455
Universität Zürich .....	456
Steering Committee .....	457
Autorinnen und Autoren .....	459

## **Modularisierung von Laborkomponenten zur besseren Integration von Forschung und Lehre im Ingenieurbereich**

### **Zusammenfassung**

Dieser Artikel beleuchtet die Möglichkeiten des Austauschs von Informationen zwischen Hightech-Laboren und der Nachnutzung gewonnener Ergebnisse aus Versuchen in der Lehre und Industrie. Da Laborkomponenten zumeist durch proprietäre Schnittstellen gekennzeichnet sind, wird zunächst eine serviceorientierte Architektur für Labore vorgestellt. Funktionalitäten von Laborapparaturen werden als Dienst gekapselt und mittels Feld-Bus-Controller zugreifbar gemacht. Diese Modularisierung des Labors ermöglicht den Anschluss an die Dokumentenwelt des E-Learning. Der vorliegende Artikel soll die Symbiose zwischen Forschung und Lehre verdeutlichen. Diese wird insbesondere durch die entwickelte Laborarchitektur ermöglicht und erlaubt eine durchgängige Integration des Labors in hochschulweite Informationsinfrastrukturen. Die Autoren verdeutlichen in dem Beitrag, dass nicht nur die Forschung maßgeblichen Einfluss auf die Lehre nehmen kann, sondern auch umgekehrt die Lehre Bestandteil der späteren Forschungsarbeit in Laboren ist.

### **1 Hightech-Labore – Spitzenforschung als Insellösung?**

Der Transfer zwischen aktueller Spitzenforschung und Universitätslehre findet in vielen Disziplinen nur in unzureichendem Maße statt (vgl. Nahar, Al-Obaidi & Huda, 2001; Potocnik & Verheugen, 2007). Insbesondere, wenn aufwändige und teure Versuchseinrichtungen zum Einsatz kommen, ist der Zugriff zu diesen Apparaturen häufig nur wenigen Personen vorbehalten. Die erworbenen Forschungsergebnisse werden nur langsam verbreitet und der Transfer von aktuellen Ergebnissen hinein in die Lehre findet nur zögerlich statt. Ein weiteres Problem stellt die Sicherung und Archivierung der Forschungsergebnisse als auch der zugehörigen Versuchsparameter dar. Diese sind jedoch für die Nachnutzung der erworbenen Ergebnisse elementar.

Im Bereich der Werkstoffmechanik werden Bauteile zyklischen thermomechanischen Beanspruchungen ausgesetzt (Mahnken, 2008). Als Betrachtungsgrundlage dieser Arbeit wird ein Thermoschockprüfstand des Lehrstuhls für Technische Mechanik (LTM) der Universität Paderborn herangezogen. In solch einem Labor werden Metalle hinsichtlich ihrer thermisch-zyklischen Belastungsfähigkeit

untersuchen Sauerland, Mahnken, Gockel & Ferber (2009). Die zyklischen Thermoschockbelastungen wirken sich negativ auf die Lebensdauer von Bauteilen aus, da schockartige Veränderungen der Temperatur zu mechanischen Spannungen zwischen Mantel und Kern des Bauteils führen. Die Ingenieure versuchen dabei, möglichst große lokale Temperaturgradienten zu erreichen, um gezielt Rissbildungen sowie Materialverformungen zu begünstigen (Than, 1996).

Der folgende Beitrag möchte die zentrale Funktion von Hightech-Laboren als Wissensquelle für die Universitätslehre verdeutlichen. Neue Lern- und Lehrmöglichkeiten ergeben sich durch die enge Verzahnung der Wissenserschließung und der Wissensvermittlung. Damit auf aktuelle Forschungsergebnisse im Rahmen von Lehrveranstaltungen zugegriffen werden kann und diese effizient genutzt werden können, muss an einer durchgängigen Integration von Hightech-Einrichtungen in hochschulweite Infrastrukturen gearbeitet werden. Bislang konnten die Bereiche der Wissenserschließung und der Wissensvermittlung als weitgehend isoliert voneinander gekennzeichnet werden. Zum Bereich der Wissenserschließung zählen die Autoren insbesondere Forschungslabore wie das Thermoschocklabor. Wissensvermittlung findet zumeist im Rahmen von Lehrveranstaltungen oder auch im praktischen Einsatz der gewonnenen Erkenntnisse im Bereich der Hightech-Industrie wie dem Fahrzeugbau oder der Luft- und Raumfahrt statt.

Wissenserschließung und Wissensvermittlung sollen jedoch nicht länger getrennt voneinander betrachtet werden, da sie sich wechselseitig beeinflussen. Aktuelle Trends wie *Rapid Prototyping*<sup>1</sup> zeigen, dass Forschung und Entwicklung zunehmend verzahnt agieren müssen (Gebhardt, 2000).

Der vorliegende Beitrag ist wie folgt gegliedert. In Abschnitt 2 wird die Service-orientierte Laborarchitektur am Beispiel des Thermoschocklabors vorgestellt. Dazu wird zunächst auf die Servicekapselung von Laborkomponenten (Abschnitt 2.1) eingegangen und anschließend der Einsatz von *Linux Feld-Bus Controllern*<sup>2</sup> zur Modularisierung des Laborverbunds erörtert. Abschnitt 3 widmet sich der Fragestellung, wie der Transfer zwischen Forschung und Lehre erleichtert und beschleunigt werden kann.

- 
- 1 *Rapid Prototyping* (RP) bezeichnet ein Verfahren zur schnellen Herstellung von Musterbauteilen ausgehend von Konstruktionsdaten. Ziel ist es, möglichst früh im Entwicklungsprozess ein reales Anschauungsmodell zu erhalten.
  - 2 *Linux Feld-Bus Controller* (LFBC) – 32-Bit-RAM-Prozessorsystem mit einem *Embedded Linux*-Betriebssystem.

## 2 Labor 2.0 – ein serviceorientierter Ansatz für eine modulare Laborarchitektur

Ziel ist es, zum einen Laborkomponenten flexibel anzuordnen und damit dynamisch auf unterschiedliche Versuchsanforderungen reagieren zu können. Zum anderen soll eine Infrastruktur für Labore entwickelt werden, die eine einfache und nachhaltige Integration dieser in bestehende Informationsinfrastrukturen ermöglicht. In Abschnitt 2.1 wird ein Konzept vorgestellt, welches Funktionalitäten von Laborkomponenten, beispielsweise das Erhitzen mit einer Induktionsheizung, als Dienst bereitstellt. Dazu wird ein serviceorientierter Ansatz für Hightech-Labore vorgestellt. Abschnitt 2.2 beschreibt eine auf *Linux Feld-Bus Controller* (LFBC) basierende Infrastruktur. Es hat sich gezeigt, dass durch dieses Vorgehen Laborkomponenten ein hohes Maß an Autonomie gewinnen und eine ehemals starre in sich abgeschlossene Laborarchitektur in kleine modulare Komponenten unterteilt werden kann, die sich beliebig arrangieren und verbinden lassen.

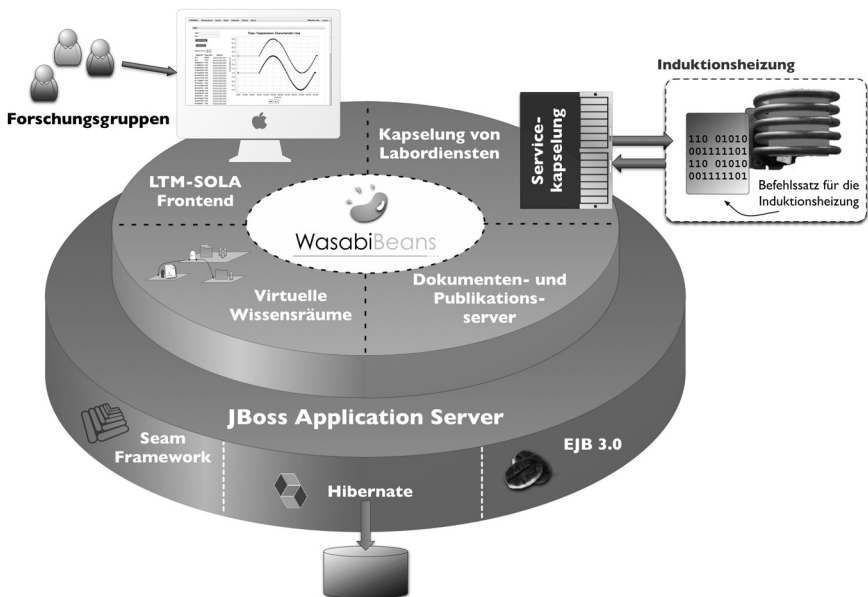


Abb. 1: Serviceorientierte Laborarchitektur auf LFBC-Basis

## 2.1 Servicekapselung von Laborapparaturen

Um konsequent Medienbrüche zu reduzieren und eine durchgängige Systemintegration zu gewährleisten, müssen einheitliche Schnittstellen für Laborkomponenten existieren. Die Herausforderung besteht darin, dass Laborgeräte typischerweise mit herstellersizspezifischen Protokollen ausgestattet sind. Einheitliche Schnittstellen oder gar eine durchgängige API, welche für die Steuerung der Geräte herangezogen werden kann, gibt es nicht. Aus dieser Situation ist das Vorhaben entstanden, eine serviceorientierte Architektur für Labore zu entwickeln. Die Funktionalitäten der Laborapparaturen werden dabei als Service gekapselt. In Ferber, Gießmann, Hampel & Schulte (2008) wurde eine Möglichkeit beschrieben, um die Steuerung der Laborkomponenten mittels Web-Service vornehmen zu können. Dabei wurden Javaklassen entwickelt, welche die proprietären Protokolle der Laborapparaturen nutzen und diese als moderne Web Services anbieten. Der in Ferber et al. (2008) vorgestellte Ansatz hat gezeigt, dass eine Servicekapselung von Laborkomponenten gerade dann sinnvoll ist, wenn die Steuerung der Geräte einheitlich ist und von „beliebiger“ Stelle erfolgen soll. Der Nachteil dieses Ansatzes ist, dass die Kommunikation zwischen den auf Java basierten Services und den Laborkomponenten weiterhin über einen zentralen Leitrechner erfolgen muss. Die Performance ist ein wichtiger Faktor, wenn es darum geht, Services in realen Versuchsdurchführungen einzusetzen. Die bestehende Architektur wurde so erweitert, dass auf einen zentralen Leitrechner gänzlich verzichtet werden kann. Grundlage für die in Abschnitt 2.2 beschriebene Infrastruktur sind *Linux Feld-Bus Controller* (LFBC) der Firma WAGO.

## 2.2 Intelligente Laborkomponenten – die LFBC-Infrastruktur

Die Umstellung auf eine LFBC-Infrastruktur hat zwei wesentliche Gründe. Erstens soll die neue Infrastruktur den Wissenschaftler/inne/n ein größeres Maß an Flexibilität hinsichtlich ihrer Versuchsaufbauten geben und gleichzeitig die Versuchsdurchführung vereinfachen. Zweitens soll der Transfer zwischen Forschung und Lehre beschleunigt werden, indem Versuchsergebnisse schnellstmöglich und medienbruchfrei weiterverarbeitet werden können.

Ein/e Wissenschaftler/in möchte sich auf seine Kernaufgaben wie der Planung, der Entwicklung, der eigentlichen Ausführung und der späteren Auswertung von Thermoschockexperimenten konzentrieren. Die ursprüngliche Laborarchitektur hatte dabei den entscheidenden Nachteil, dass ein Versuchsablauf sich nicht ausschließlich durch die Steuerungssoftware beeinflussen lässt, sondern auch von äußeren Rahmenbedingungen (einem zentralen Leitrechner und einer Siemens SPS<sup>3</sup>) maßgeblich beeinflusst wird. Die hier vorgestellte Lösung bricht die

---

3 Die Siemens SPS ist eine speicherprogrammierbare Steuerungseinheit.

starre Verknüpfung zwischen Laborgeräten und dem Leitrechner in Verbindung mit der SPS auf. Dadurch ermöglichen sich gänzlich neue Versuchsszenarien, in denen beispielsweise vor der eigentlichen Ausführung PID-Regelparameter<sup>4</sup> ermittelt werden, um so eine geeignete Regulierung und Konfiguration der Induktionsheizung automatisiert vornehmen zu lassen. Dadurch, dass der Versuchsablauf nicht weiter den Rahmenbedingungen unterliegt, können nun eine Sprungantwort zur Bestimmung der PID-Regelparameter im Vorfeld aufgezeichnet und die entsprechende Konfiguration für den Versuchsaufbau automatisch berechnet werden. Durch den Einsatz von LFBCs ist es nun möglich, diese Konfiguration der Induktionsheizung dem eigentlichen Versuchsablauf unmittelbar vorzuschalten und somit stets optimale Versuchsergebnisse zu garantieren.

Abbildung 1 zeigt eine Laborarchitektur, in der jede Laborkomponente mit einem eigenen LFBC ausgestattet ist. In der Abbildung wird dies exemplarisch mit der Induktionsheizung verdeutlicht. Zum einen wird hierdurch das Problem herstellerspezifischer Schnittstellen gänzlich behoben, da auf dem Feld-Bus Controller über einheitliche Protokolle und Schnittstellen<sup>5</sup> zugegriffen werden kann. Zum anderen werden die Feld-Bus Controller mit einem *Embedded Linux*<sup>6</sup> betrieben, sodass die Kommunikation mit den Laborkomponenten mit der Programmiersprache C umgesetzt werden kann. In der ehemaligen Architektur mit Leitrechner und SPS musste hier die Sprache *STEP 7*<sup>7</sup> verwendet werden.

Der Vorteil dieser Architektur, wobei jede Laborkomponente mit einem Feld-Bus Controller ausgestattet wird, liegt darin, dass herstellerspezifische Protokolle und Schnittstellen hinter dem Feld-Bus Controller versteckt werden. Programmierer, die sich um Steuerungssoftware kümmern, müssen ausschließlich mit der Programmiersprache C arbeiten, die eine weitaus höhere Verbreitung erfährt, als dies bei *STEP 7* der Fall ist. Die eigentliche Applikation zur Steuerung der Laborapparaturen kann wiederum in einer beliebigen Programmiersprache entwickelt werden. Einzige Anforderung an dieser Stelle ist, dass die in C implementierten Funktionen auf dem Feld-Bus Controller aufgerufen werden können. Die Autoren stellen in Abschnitt 3.3 eine serviceorientierte Laborapplikation auf *JavaEE*- und *JBoss Seam*-Basis vor.

Das Vorhaben, mehr Flexibilität hinsichtlich der Laboranordnung zu erreichen, wird erst durch die LFBC-Infrastruktur ermöglicht. Die LFBC ist sehr kompakt und mobil, sodass einzelne Laborkomponenten einfach an einen physisch anderen Platz verschoben werden können; beispielsweise, wenn das 3D-Messsystem,

4 Ein PID-Regler ist der universellste der klassischen Regler und vereinigt die Eigenschaften von P-, I-, PI- und PD-Regler (vgl. <http://mhf-e.desy.de/e638/e1770/>).

5 Der eingesetzte Feld-Bus Controller ist serienmäßig mit RJ45 Anschluss ausgestattet.

6 *Embedded Linux* bezeichnet ein eingebettetes System mit einem auf dem Linux-Kernel basierenden Betriebssystem.

7 Mit *STEP 7* können Anwendungsprogramme für alle Simatic-S7-Automatisierungsgeräte erstellt werden.

eine Stereokamera der Firma GOM für optische Messverfahren, in einem anderen Projekt benutzt werden soll. Für gewöhnlich werden damit Aufnahmen der Materialoberfläche gemacht, um Deformierungen aufgrund der thermisch-zyklischen Belastung feststellen zu können. Durch die Freiheit bezüglich der Anordnung von Laborkomponenten können mehrere Versuchsstände parallel genutzt und dabei jede Laborkomponente optimal ausgelastet werden.

Zusammenfassend können folgende Vorteile durch den Einsatz von LFBC für die Laborinfrastruktur genannt werden:

- Laborkomponenten können unabhängig voneinander und in verschiedenen Prüfständen eingesetzt werden.
- Eine Erweiterung des Labors durch neue Apparaturen kann in der Programmiersprache C realisiert werden. Expertenwissen über die STEP-7-Sprache ist nicht mehr erforderlich.
- Durch die frei programmierbaren LFBC kann die Funktionalität eines Moduls leicht modifiziert, erweitert oder wiederverwendet werden.
- Der Hersteller bietet eine fast unendliche Palette an Busklemmen an, sodass nur ein Anbieter für jede Komponente involviert ist und keine Diversität von Hardware und Protokollen entsteht.

## **2.3 Sicherheitsaspekte der neuen Laborarchitektur**

In Laboren kommen häufig schwere und gefährliche Versuchsapparaturen zum Einsatz, deren Fehlnutzung fatale Folgen haben kann. Zudem kann natürlich ein enormer finanzieller Schaden entstehen, wenn Geräte durch Fehlnutzung zerstört werden. Eine wesentliche Aufgabe der Siemens SPS war es, den sicheren Ablauf von Versuchen zu garantieren. Beispielsweise wird vorausgesetzt, dass die Schutztür der Testkammer geschlossen sein muss, bevor die Induktionsheizung angeschaltet werden kann. Diese Logik, die für eine sichere Durchführung von Thermoschockversuchen unerlässlich ist, ist auf der SPS implementiert. Die Linux Feld-Bus Controller müssen diese Aufgabe in der neuen Infrastruktur übernehmen und somit die Sicherheit bei der Ausführung gewährleisten. Bei einem LFBC liegen die Eingangs- und Ausgangssignale als ein Prozessabbild vor. Um den relativ komplizierten Zugriff auf dieses Prozessabbild zu erleichtern, wurde ein Rahmenprogramm entwickelt, welches auf höherer Ebene den Zugriff auf das Prozessabbild erleichtert. Weiterhin wurden spezifische Funktionen zu Modulen gebündelt, die sich bequem in den Ausführungszyklus des LFBC einbinden lassen. Ein Beispiel für ein solches Modul ist die Berechnung der PID-Parameter aus den Daten einer aufgezeichneten Sprungantwort. Das Rahmenprogramm „iocontrol“ implementiert die SPS-Funktionalität für den LFBC, sodass Module, die für die Steuerung eines oder

mehrerer Geräte zuständig sind, in C programmiert und zyklisch aufgerufen werden können.

### 3 Transfer zwischen Wissenserschließung und Wissensvermittlung

Es existieren zahllose Ansätze bis hin zu ausgereiften Umsetzungen für virtuelle Labore, mit deren Hilfe Studenten das praktische Arbeiten an teuren Laborapparaturen gefahrlos erlernen können (Ramat & Preux, 2003; Quesnel et al., 2009). Dennoch ist es für die universitäre Ausbildung unerlässlich, Lernende auf den aktuellen Bedarf der Industrie vorzubereiten. Hightech-Einrichtungen kooperieren in vielfältiger Weise mit der Industrie und insbesondere mit Unternehmen des Mittelstands, für die ein eigener Prüfstand zu kostspielig wäre. Versuche, die in Hightech-Laboren wie dem Thermoschocklabor durchgeführt werden, spiegeln somit den aktuellen Informationsbedarf von Unternehmen wider. Die Autoren verfolgen den Ansatz, die Verzögerung zwischen der Wissenserschließung und der Wissensvermittlung so gering wie möglich zu halten, um dadurch die Qualität und Aktualität der Lehre zu verbessern.

Die in Abschnitt 2 vorgestellte Laborinfrastruktur fördert nicht nur die Flexibilität hinsichtlich der Laboranordnung, sondern ermöglicht auch eine leichtere Integration des Labors in eine universitätsweite Informationsinfrastruktur. Hierzu zählen insbesondere auch digitale Bibliotheken, in denen Versuchsergebnisse und Versuchsparameter dauerhaft und zentral abgespeichert werden können, als auch in der Lehre eingesetzte E-Learning-Plattformen. Durch die unmittelbare Verknüpfung werden Medienbrüche in vielfacher Hinsicht abgebaut und Versuchsergebnisse können direkt für die Lehre verwendet werden.

#### 3.1 WasabiBeans-Framework zur Systemintegration

Um eine unmittelbare Verknüpfung zwischen verschiedenen Systemen oder gar über Systemklassen hinweg zu erreichen, müssen diese über eine entsprechende Integrationsschicht bzw. einen *Message Bus*<sup>8</sup> verbunden werden (Schmidt, Hutchison, Lambors & Phippen, 2005). Nur so kann ein komplexer Informationsaustausch zwischen diesen Systemen erfolgen. Eine Möglichkeit, hier entsprechende Unterstützung zu erfahren, ist das WasabiBeans-Framework (Schulte, Hampel, Bopp & Hinn, 2008). WasabiBeans ist ein Framework zum Aufbau kooperativer Lehr- und Arbeitsumgebungen sowie der Integration heterogener Systeme zu einem Systemverbund. Dieses Framework setzt als Plattform

---

8 Ein *Message Bus* bezeichnet in der Informationstechnik eine Klasse an Softwarelösungen, die die Integration verteilter Dienste bzw. Services unterstützen.



auf den *JBoss Application Server*<sup>9</sup> auf und erlaubt daher die Nutzung zahlreicher etablierter Standards wie beispielsweise JAAS oder JCR, mit denen Flexibilität hinsichtlich der Verzeichnis- und Persistenzschicht gewährleistet werden kann.

Die Entscheidung für die Nutzung von WasabiBeans als Framework ist insbesondere darin zu begründen, dass der schnelle und medienbruchfreie Transfer von Informationen zwischen Forschung und Lehre sichergestellt werden soll. Die Kooperation zwischen Wissenschaftlern im Versuchslabor einerseits und dem Nutzerkreis, der Versuchsergebnisse verwenden möchte, soll durch den Aufbau einer durchgängigen Infrastruktur nachhaltig verbessert werden. Das Datenmodell von WasabiBeans implementiert das Konzept der virtuellen Wissensräume (Hampel, Selke & Keil-Slawik, 2004). Daher eignet sich das Framework hervorragend, um Wissen zu strukturieren und kooperativ an Dokumenten zu arbeiten.

### 3.2 Bündelung der Labordienste als WasabiBeans-Modul

In Abschnitt 2.1 wurde auf die Vorteile der Servicekapselung der Laborkomponenten eingegangen. Um auf die einzelnen Services besser zugreifen zu können, werden diese als Modul zusammengefasst und dem WasabiBeans-Framework hinzugefügt. Aufgrund der Erzeugung eines WasabiBeans-Moduls ist es möglich, die Services auf dem gleichen JBoss AS laufen zu lassen, der auch für das WasabiBeans-Framework eingesetzt wird. Dies hat den großen Vorteil, dass sämtliche Aufrufe von Services anderer Module, wie etwa einem Service zur Abspeicherung von Dokumenten in einer digitalen Bibliothek, lediglich lokal durchgeführt werden müssen. Das heißt insbesondere, dass keine RMI-Aufrufe oder Web-Service-Aufrufe notwendig sind. Performanzmessungen haben gezeigt, dass dadurch ein Geschwindigkeitszuwachs mit einem Faktor von bis zu 1.000 möglich ist. Ein weiterer Grund für die Erstellung eines Moduls ist die deutlich einfachere Nutzung der neuen Labordienste aus bestehenden Applikationen. Dies betrifft nicht nur solche, die bereits das WasabiBeans-Framework nutzen, sondern auch die Applikationen einer universitätsweiten Infrastruktur, die noch nicht vollständig in den Systemverbund integriert wurden. Das WasabiBeans-Framework bietet eine Vielzahl an kooperationsunterstützenden Diensten an und erleichtert dadurch die Ankopplung an bestehende Applikationen. Durch den Einsatz des Frameworks hat der Entwickler hohen Freiheitsgrad hinsichtlich der Erweiterbarkeit seiner Infrastruktur. Beispielsweise können Events über die Fertigstellung einer Versuchsdurchführung ausgelöst werden, die Aktionen in den gewünschten anderen Applikationen nach sich ziehen.

---

9 Der JBoss Application Server (JBoss AS) ist der weltweit am häufigsten genutzte Java-Applikationsserver. Online verfügbar unter: <http://www.jboss.org/jbossas>.

### 3.3 LTM-SOLA – serviceorientierte Laborapplikation

Die entwickelte Applikation LTM-SOLA ist eine der Schlüsselfiguren, um die Modularisierung des Labors voranzutreiben und schafft mit dem serviceorientierten Ansatz ein großes Maß an Flexibilität hinsichtlich eventueller Erweiterungen oder des Austauschs von einzelnen Laborgeräten. Durch die Bereitstellung von Web-Services wird auf technische Standards gesetzt und werden einheitliche Schnittstellen angeboten. Durch den internen Aufbau der Geschäftslogik als JavaBean-Klassen wird die Bündelung der bereitgestellten Dienste möglich. Der Zugriff auf die einzelnen Dienste wird mit den spezifizierten Schnittstellen koordinierter und erlaubt die Verwendung von Geschäftsobjekten.

LTM-SOLA stellt Dienste zur Verfügung, welche die Planung, Erstellung, Steuerung und Koordination von Thermoschockversuchen übernehmen. In der Editor-Ansicht (vgl. Abbildung 2) können Temperaturprofile in Form einer Temperaturkurve erstellt werden, die zur Regelung der Induktionsheizung bzw. der Kühlvorrichtung dient. Eine solch komfortable Steuerung der Laborapparaturen war vor dem Einsatz von LTM-SOLA nicht möglich. Außerdem stehen in der Scheduler-Ansicht diverse Konfigurationsmöglichkeiten zur Auswahl, die für die Ausführung der Thermoschockversuche essenziell sind. Abbildung 3 zeigt die Scheduler-Ansicht. Hier kann beispielsweise die Anzahl der Heiz- und Kühlzyklen definiert werden oder aber auch die Auswahl der im Editor erstellten Temperaturkurven erfolgen. Bei der Auswahl der Heizmethode kann der Nutzer zwischen der Standardmethode mit einer Temperaturkurve,

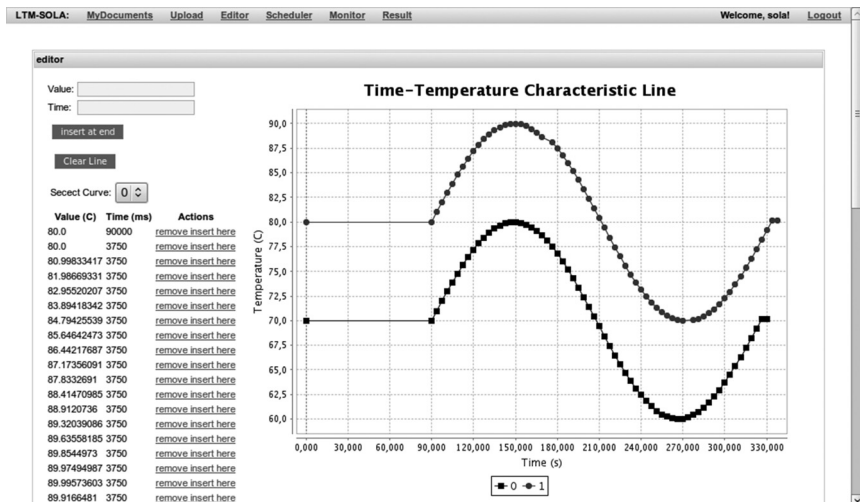


Abb. 2: Editor-Ansicht von LTM-SOLA

**Process Scheduler**

This scheduler allows you to set up a process using a characteristic line that was created before. If you have done so, please enter the following data to run the process.

**Process properties**

Cycle count:   
 Pause between Cycles:   
 Experiment name:   
 Sample name:   
 Heating type:

**Regulation properties**

P factor:   
 I factor:   
 D factor:

**Regulation Method**

☐ Standard Method ☒ SelfLearn Methode ☐ TwoLines Methode

Standard Method :	Select Curve: <input type="text" value="1"/>	Select Thermostat: <input type="text" value="1"/>
InsideTemp :	Select Curve: <input type="text" value="7"/>	Select Thermostat: <input type="text" value="2"/>
OutsideTemp :	Select Curve: <input type="text" value="9"/>	Select Thermostat: <input type="text" value="1"/>

**Summary**

The current process has the following properties:  
 Number of nodes on characteristic line: 0  
 Overall duration of experiment(ms): 2

Abb. 3: Scheduler-Ansicht von LTM-SOLA

der TwoLines-Methode zur Regelung über den Temperaturgradienten oder der SelfLearn-Methode zur Bestimmung der PID-Parameter entscheiden. Während eines Versuchsablaufs können die Vorgänge in der Monitoransicht in Echtzeit verfolgt werden. In einem Chart können die Ist- und Solltemperaturen versuchsbegleitend überprüft werden.

LTM-SOLA wurde auf Basis der neuen Anforderungen konzipiert und dient nicht nur der Steuerung von Laborkomponenten, sondern es wurde insbesondere auch auf Interoperabilität mit anderen Systemen und der kooperativen Versuchsdurchführung Wert gelegt. In LTM-SOLA können Rollen für einzelne Seiten definiert werden, sodass nicht jeder Benutzer die tatsächliche Steuerung der Laborgeräte durchführen kann. Ein Kooperationspartner einer anderen Hochschule kann aber einen Zugang bekommen, mit dem er auf die Editor-Sicht gelangen kann, um dort ein Heizprofil für die Versuchsdurchführung zu erstellen. Das Heizprofil kann er anschließend im System abspeichern. Später können dieses Heizprofil von einem Wissenschaftler vor Ort geladen und der eigentliche Versuch angestoßen werden. Durch den Einsatz des WasabiBeans-Frameworks ist die Abspeicherung von Versuchsergebnissen in diversen Repositories möglich. In LTM-SOLA kann beispielsweise aus der Result-Ansicht das Versuchsergebnis im digitalen Dokumenten- und Publikationsserver Miles zur dauerhaften Archivierung abgespeichert werden. Weitere Informationen zu Miles sind Gollan, Lützenkirchen & Nastoll (1999) zu entnehmen. Miles wiederum wird in diversen Systemen, beispielsweise einem E-Learning-System, als Wissensquelle

eingebunden. Auf diesem Wege kann auf Versuchsergebnisse ohne Medienbrüche aus unterschiedlichen Systemen zugegriffen werden, um Forschung und Lehre näher zusammenzuführen.

## Literatur

- Ferber, F., Gießmann, M., Hampel, T. & Schulte, J. (2008). *Bringing Together High-Tech Laboratories and E-Learning Infrastructures* (S. 361–364). Proceedings of the 50th International Symposium ELMAR-2008.
- Gebhardt, A. (2000). *Rapid Prototyping – Werkzeuge für die schnelle Produktentstehung*. München u.a.: Hanser.
- Gollan, H., Lützenkirchen, F. & Nastoll, D. (1999). *Miless – A Learning and Teaching Server for Multi-media Documents*. Lecture Notes in Control and Information Science: Workshop on Wide Area Networks and High Performance Computing. London: Springer.
- Hampel, T., Selke, H. & Keil-Slawik, R. (2004). Semantische Räume – Von der Navigation zur kooperativen Wissensstrukturierung. *Mensch & Computer 2004: Allgegenwärtige Interaktion* (S. 221–230). München u.a.: Oldenbourg.
- Mahnken, R. (2008). Thermoschockuntersuchungen in der Werkstoffmechanik. *INGENIEUR SPIEGEL, Fachmagazin für Ingenieure*, 42–43.
- Nahar, N., Al-Obaidi, Z. & Huda, N. (2001). Knowledge management in international technology transfer. *Management of Engineering and Technology*, 2001. PICMET '01 (S. 355–364).
- Potocnik, J. & Verheugen, G. (2007). *Improving knowledge transfer between research institutions and industry across Europe*. EUROPEAN COMMISSION. Verfügbar unter: [http://ec.europa.eu/invest-in-research/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/invest-in-research/index_en.htm) [03.03.2010].
- Quesnel, G., Duboz, R. & Ramat, É. (2009). The Virtual Laboratory Environment – an Operational Framework for Multi-Modelling, Simulation and Analysis of Complex Dynamical Systems. *Simulation Modelling Practice and Theory*, 17, 641–653.
- Ramat, É. & Preux, P. (2003). „Virtual laboratory environment“ (VLE): a software environment oriented agent and object for modeling and simulation of complex systems. *Simulation Modelling Practice and Theory*, 11, 45–55.
- Sauerland, K.-H., Mahnken, R., Gockel, F.-B. & Ferber, F. (2009). Damage analysis under thermal shock loading using eddy current sensors. *Nondestructive Testing and Evaluation*, 24, 3–18.
- Schmidt, M.-T., Hutchison, B., Lambros, P. & Phippen, R. (2005). The Enterprise Service Bus: Making service-oriented architecture real. *IBM Systems Journal*, 44(4), 781–797.
- Schulte, J., Hampel, T., Bopp, T. & Hinn, R. (2008). Wasabi Beans – SOA for Collaborative Learning and Working Systems. *Proceedings of the Second IEEE International Conference on Digital Ecosystem and Technologies* (S. 177–183). Phitsanulok, Thailand: IEEE Computer Society.

Than, E. (1996). *Analyse des dynamischen Temperaturverhaltens von Vorrichtungen zur thermischen Verbundmodellbelastung bei anschließender Synthese geeigneter Temperierregelkreise an den realen Systemen*. Master's Thesis, Universität Paderborn.

## **Danksagung**

Diese Veröffentlichung basiert auf Forschungsarbeiten des Sonderforschungsbereichs SFB/TR TRR 30, der von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) gefördert wird.